



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: 196 04 565.7  
②2 Anmeldetag: 8. 2. 96  
④3 Offenlegungstag: 14. 8. 97

DE 196 04 565 A 1

⑦1 Anmelder:  
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

⑦2 Erfinder:  
Lewandowski, Wladyslaw, 90522 Obersasbach, DE;  
Schirner, Henrik, 91054 Erlangen, DE; Schulle, Axel,  
Kuala Lumpur, MY; Steege, Frank, 90552  
Röthenbach, DE

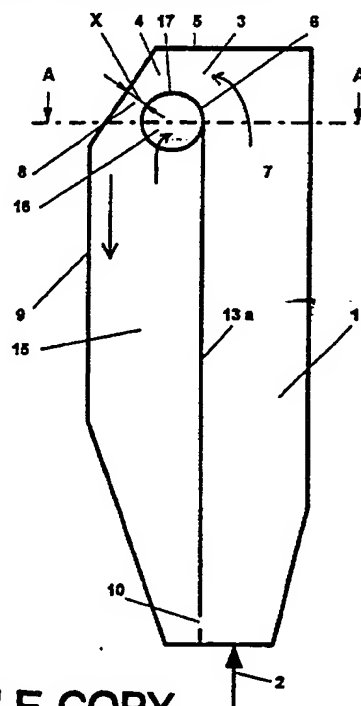
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 34 14 344 C2  
DE 44 05 642 A1  
US 21 01 249

HERBERTZ, H., u.a.: Die Zirkulierende Wirbelschicht  
als Feuerungssystem für Brennstoffe mit hohen oder  
schwankenden Aschegehalten. In: VGB  
Kraftwerkstechnik 69, 1989, H.10, S.1003-1008;

⑤4 Trennvorrichtung zum Abscheiden von Feststoffpartikeln aus dem Gasstrom einer Wirbelschicht

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Trennvorrichtung zum Abscheiden von Feststoffpartikeln aus einem diese Partikel mitführenden Gasstrom eines ZWS-Reaktors (1). Es sind Mittel vorgesehen, die den Gasstrom so beeinflussen, daß Zentrifugal- und Schwerkkräfte auf die Feststoffpartikeln einwirken, die größer als die Mitnahmekräfte des Gasstroms sind und somit eine Ablösung von Partikeln einer bestimmten Mindestgröße aus dem Gasstrom ermöglichen. Ein besonders kompakter Aufbau einer ZWS-Anlage wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der aus dem ZWS-Reaktor (1) austretende Gasstrom zu einem Strömungskanal (4) gelangt, der ihn um eine horizontal liegende Zyklonachse (16) herum auf einem kreisartigen Bogen (17) von oben nach unten leitet. Der Gasstrom wird von hier einem zur Weiterleitung geeigneten Übernahmekanal (7) zugeführt. Der Strömungskanal (4) geht in vertikaler Richtung in eine sich nach unten entsprechend erweiternde Trennkammer (15) über, in der die abgeschiedenen Feststoffpartikeln zum Boden herabsinken.



BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Trennvorrichtung zum Abscheiden von Feststoffpartikeln aus einem diese Partikel mitführenden Gasstrom einer Brennkammer entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer ZWS-Anlage arbeitet man mit einem zirkulierenden Wirbelschichtreaktor. Hierbei wird eine Masse aus feinkörnigen Feststoffpartikeln, die einer Brennkammer zugeführt werden, von unten nach oben von Primärluft durchströmt. Bei Ausbildung der Wirbelschicht wird die Gewichtskraft der Feststoffpartikel durch die entgegengesetzte Strömungskraft des Gasstromes aufgehoben. Ein Teil der Feststoffpartikel verläßt den Wirbelschichtreaktor mit dem Gasstrom. Die Feststoffpartikel werden durch Zusatzeinrichtungen aus dem Gasstrom entfernt, um einen für den Prozeß erforderlichen Feststoffkreislauf sicherzustellen.

Es ist bekannt als Zyklon bezeichnete Fliehkraftabscheider zum Trennen der Feststoffpartikel aus dem Abgasstrom zu verwenden. Das Prinzip der Fliehkraftabscheidung beruht auf der Wirkung von Zentrifugalkräften. Durch eine Beschleunigung des Gas-/Feststoffgemisches auf eine Kreisbahn um die senkrechte Zyklonachse herum, entstehen Fliehkräfte, die unterschiedlich stark auf Gas- und Feststoffanteile des Gasstromes wirken. Mit zunehmender Partikelgröße wächst die Fliehkraft, so daß ab einer bestimmten Kerngröße die Partikeln abgeschieden werden. Partikeln, die kleiner als das sogenannte Trennkorn sind, folgen der Gasströmung. Die Feststoffpartikeln, die größer als das Trennkorn des Zyklons sind, werden an seine Wand geschleudert und rutschen nach unten zu einem Feststoffauslaß. Der Gasstrom und die Feststoffpartikeln, die kleiner als das Trennkorn sind, verlassen den Zyklon durch eine zentrale Öffnung in der Decke.

Insbesondere bei Zyklonen mit einer sehr hohen Feststoffbelastung des Gasstromes wird der Effekt der Fliehkraftabscheidung sehr stark von einer Massenabscheidung überlagert, d. h. ein großer Teil der Partikeln im Gasstrom wirbelt nicht mehrfach um die senkrechte Zyklonachse, sondern fällt gleich nach Eintritt in den Zyklon in Form einer abwärts gerichteten Feststoffröhre nach unten zum Feststoffaustrag. Nur ein relativ kleiner Teil der Feststoffpartikeln wird durch die Fliehkraftabscheidung vom Gasstrom getrennt.

Zyklone herkömmlicher Bauart für ZWS-Anlagen sind sehr große, voluminöse Gebilde, die zur ausreichenden Wärmeisolierung und zum Schutz gegen Erosion durch aufschlagende Feststoffpartikeln große Mauerwerksmassen benötigen. Diese dürfen nur langsam aufgeheizt werden, was zu langen Anfahrzeiten von ZWS-Anlagen führt. An- und Abfahrvorgänge reduzieren die Standzeit der Ausmauerung. Weiterhin sind bei der konventionellen Bauweise von Zyklonen aufgrund unterschiedlich großer Wärmedehnungsbeträge und -richtungen für Zyklon, Brennkammer und Kesselkonvektionsteil, aufwendige Kompensatoren erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Trennvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, die möglichst unmittelbar am Ausgang der Brennkammer eine Abscheidung von Feststoffpartikeln aus dem Abgasstrom bewirkt und dadurch einen kompakten Verbund mit der Brennkammer und ggf. mit weiteren Funktionseinheiten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch gekennzeichneten Merkmale gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes

des sind in den Unteransprüchen genannt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der aus der Brennkammer austretende Gasstrom unmittelbar zu einem Strömungskanal gelangt, der den Gasstrom um eine horizontal liegende Zyklonachse herum auf einem kreisartigen Bogen von oben nach unten leitet. In vertikaler Richtung nach unten ist der Strömungskanal dadurch erweitert, daß er in eine Trennkammer übergeht, in der die abgeschiedenen Feststoffpartikeln herabsinken. Der gereinigte Gasstrom gelangt zu einem zur Weiterleitung geeigneten Übernahmekanal.

Durch den Aufbau dieses Strömungskanals mit einer waagrecht verlaufenden Zyklonachse, gelangen die Feststoffpartikeln auf dem kürzesten Weg zu einer Stelle des Strömungskanals, wo dieser sich erweiternd in die Trennkammer übergeht, die dadurch direkt neben der Brennkammer zu liegen kommt. Diese Anordnung ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau, gleichzeitig wird aber auch eine sehr wirksame Trennung der Feststoffpartikeln aus dem Abgasstrom erreicht, weil die Eintrittsstelle in die Trennkammer als Diffusor arbeitet. Die auf die schweren Feststoffpartikeln wirkenden Schwer- und Zentrifugalkräfte erlauben es diesen nicht, dem Abgasstrom auf seinem nach oben führenden Bogen bis zum Übernahmekanal zu folgen, so daß die Partikeln in die Trennkammer hinabgleiten.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist vorgesehen, daß sich der Strömungskanal bis zum Eintritt in die Trennkammer stetig verjüngt, um eine kontinuierliche Beschleunigung des Abgasstromes zu erreichen. An der Eintrittsstelle zur Trennkammer mit ihrer diffusorartigen Erweiterung des Strömungskanals wird der Gasstrom verzögert und umgelenkt, so daß Strömungsenergie als Druck zurückgewonnen wird.

Wichtig ist auch, daß die Umlenkung des Gasstromes im Diffusor so erfolgt, daß keine Rückvermischung mit bereits abgetrennten Feststoffpartikeln entsteht. Ein wirksames Mittel besteht darin, den Eintritt in den Übernahmekanal in einem ausreichenden Abstand zum Austritt des Strömungskanals zu positionieren, wobei zweckmäßiger Weise der Gasstrom auch einen Wendepunkt durchlaufen sollte, hinter dem es wieder nach oben geht.

Während in herkömmlichen Zyklonen die Feststoffpartikeln zusammen mit dem Gasstrom die senkrechte Zyklonachse mehrfach umrunden, genügt es bei der vorliegenden Anordnung, daß die Zirkulation des Gasstroms um die horizontal liegende Zyklonachse herum bis zum Eintritt in den Übernahmekanal einen Teilkreis beschreibt, der einer Drehung von weniger als 360 Grad entspricht.

Für den Gesamtaufbau von besonderem Vorteil ist, daß der innerhalb des kreisartigen Bogens liegende Raum dazu genutzt wird den Übernahmekanal koaxial zur Zyklonachse anzuordnen.

Zur Aufnahme des von den abgetrennten Feststoffpartikeln gereinigten Gasstroms im Übernahmekanal muß eine Aufnahmeöffnung vorgesehen werden. Hierzu ist als erste Alternative denkbar, daß sich die Aufnahmeöffnung parallel zur Zyklonachse erstreckt und nach unten der Trennkammer zugewandt ist. Eine zweite Alternative könnte darin bestehen, daß die Aufnahmeöffnung sich vertikal oder im Winkel zur Zyklonachse erstreckt.

Einen besonders kompakten Aufbau erhält man, wenn die Brennkammer und die Trennkammer in einer Reaktorbaueinheit miteinander vereinigt werden und

zwischen beiden eine Trennwand liegt, an deren oberen Ende sich auf der Seite der Trennkammer der Übernahmekanal anschließt.

Die Gestaltung des Strömungskanals vereinfacht sich dadurch daß er ohne zusätzliche Einbauten einerseits durch die Außenkontur des Übernahmekanals und andererseits durch die Innenseite der Außenwand der Reaktorbaueinheit gebildet ist. Seine höchste Geschwindigkeit erreicht der Gasstrom im Strömungskanal an seiner engsten Stelle vor dem Eintritt in die Trennkammer. Für das Abtrennen der Partikel besonders günstig ist eine Geschwindigkeit von 10 bis 60 m/s.

Die Anordnung des Übernahmekanals unmittelbar hinter dem Ausgang der Brennkammer ermöglicht nicht nur zwischen dieser und der Trennkammer einen kompakten Verbund, sondern ermöglicht auch den unmittelbaren Anschluß des Konvektionsteils. Hierdurch ist es dann weiterhin möglich den Konvektionsteil in die aus Trennkammer und Brennkammer bestehende Reaktorbaueinheit zu integrieren, wodurch eine weitere Trennwand zwischen der Trennkammer und dem Konvektionsteil zu liegen kommt.

Die bei herkömmlichen Reaktoren benötigten Kompensatoren können dadurch entfallen, daß alle Wände in der Reaktorbaueinheit als Membranwände mit Siedewasser führenden Rohren aufgebaut sind, wodurch vermieden wird, daß unzulässige Wärmespannungen entstehen.

Die erfindungsgemäße Trennkammer wird man vorzugsweise in Verbindung mit einer Brennkammer für eine zirkulierende Wirbelschichtfeuerung vorsehen. Die aus dem Abgasstrom ausgeschiedenen Feststoffpartikel im Bereich des Trennkammerbodens kann man wegen des kompakten Aufbaus auf kurzem Weg über eine Rückführöffnung wieder in die Brennkammer leiten.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Reaktorblock seitlich im Schnitt mit Blick auf die Brenn- und die Trennkammer,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Schnittlinie A-A nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus einem Reaktorblock entsprechend Fig. 1 mit einem modifiziertem Übernahmekanal,

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Schnittlinie B-B nach Fig. 3.

Wie die stark vereinfachten Prinzipdarstellungen der Fig. 1 bis 4 erkennen lassen, sind ein ZWS-Reaktor 1, eine Trennkammer 15 und ein Konvektionsteil 11 in einer Reaktorbaueinheit integriert. In den Reaktor 1 wird körniger Feststoff eingebracht und durch Zugabe von Primärluft 2 verwirbelt und es findet die gewünschte Reaktion statt. Da die Geschwindigkeit des Gasstromes in der Brennkammer größer als die Sinkgeschwindigkeit der Feststoffpartikeln ist, wird ein Teil der Feststoffpartikeln mitgerissen und über den Gasstrom oben aus dem ZWS-Reaktor 1 ausgetragen.

Unmittelbar hinter der Brennkammer 1 erreicht der Gasstrom die Eintrittsöffnung 3 eines Strömungskanals 4, der durch die Innenseite einer Außenwand 5 und die Außenseite einer Wand 6 des Übernahmekanals 4 gebildet wird. Durch eine in Strömungsrichtung zunehmende Verengung des Strömungskanals 4 wird eine stetige Beschleunigung des Gasstroms erzeugt, die an der engsten Stelle 8 mit einer Querschnittsfläche  $x$  ihren höchsten Wert erreicht. Die Fläche  $x$  ist so gewählt, daß die Strömungsgeschwindigkeit hier zwischen 10 und 60 m/s

liegt.

Hinter der engsten Stelle 8 öffnet sich der Strömungskanal 4 zur Trennkammer 15 hin. Die durch die Querschnittserweiterung erzeugte Diffusorwirkung verzögert den Gasstrom, der gleichzeitig entlang eines Bogens 17 umgeleitet wird. Hierbei erfolgt die Trennung von Gas und Feststoff, da die Feststoffpartikeln, die größer als das Trennkorn der zyklonartigen Anordnung sind, durch ihre Massenträgheit der Umlenkung nicht folgen können. Eine Rückvermischung, wie sie bei üblichen Zyklonen auftreten kann, wird durch diese Anordnung vermieden. Der an einer Außenwand 9 der Trennkammer herabrutschende Feststoff kann nicht mehr vom Gasstrom erfaßt werden. Die Feststoffpartikeln gelangen so zu einer Rückführöffnung 10 im Bodenbereich der Trennkammer 15 und werden von dort wieder dem ZWS-Reaktor zugeführt. Da der ZWS-Reaktor 1 gegenüber der Trennkammer 15 abgedichtet sein muß, kann man z. B. mit einem hier nicht dargestellten, im Boden der Trennkammer eingebauten Syphon arbeiten.

Der Gasanteil des Gasstromes und die Feststoffpartikel, die kleiner als das Trennkorn sind, verlassen die Trennkammer 15 durch einen waagrecht liegenden Übernahmekanal 7 und gelangen so in den Konvektionsteil 11 der Anlage. Wie insbesondere die Fig. 2 und 4 verdeutlichen, sind zwei Varianten zur Gestaltung einer Zuführöffnung 14, 18 des Übernahmekanals 7 denkbar. Bei der Variante nach den Fig. 1 und 2 endet der coaxial zur Zyklonachse 16 angeordnete rohrförmige Übernahmekanal vor einer vertikalen Außenwand der Trennkammer 1 und bildet hier seine Zuführöffnung 18. Die Öffnungsfläche kann sich dabei vertikal erstrecken oder auch abgewinkelt sein und mit der besagten Außenwand einen sich zur Trennkammer hin öffnenden Trichter bilden. Bei dem Beispiel nach den Fig. 3 und 4 wird die Zuführöffnung durch eine Aussparung gebildet, die sich horizontal entlang der Mantelfläche des Übernahmekanals 7 erstreckt, vorzugsweise unmittelbar angrenzend an eine Trennwand 13a zum ZWS-Reaktor 1.

Die Wände der Trennkammer 15, des ZWS-Reaktors 1, des Konvektionsteils 11 und die verbindenden Trennwände 13a, 13b sind als siedewasserführende Membranwände ausgeführt. Dadurch werden unzulässige Wärmespannungen vermieden und aufwendige Kompensatoren sind nicht mehr notwendig. Dickes Mauerwerk ist nicht erforderlich, weil die Feststoffpartikeln nicht mit der hohen, bei Zyklonen üblichen Energie auf die die Wände auftreffen. Nur in erosionsgefährdeten Bereichen erfolgt eine Auskleidung mit einer dünnen Verschleißschuttschicht. Die Anfahrzeit der Kesselanlage wird dadurch merklich verkürzt und der Aufbau leichter und weniger aufwendig.

#### Bezugszeichenliste

- 1 ZWS-Reaktor
- 2 Primärluft
- 3 Eintrittsöffnung
- 4 Strömungskanal
- 5 Außenwand
- 6 Wand des Übernahmekanals
- 7 Übernahmekanal
- 8 engste Stelle
- 9 Außenwand
- 10 Rückführöffnung
- 11 Konvektionsteil
- 12 Heizflächen
- 13a erste Trennwand

13b zweite Trennwand  
 14 Zufuhröffnung  
 15 Trennkammer  
 16 Übernahmekanal  
 17 Bogen  
 18 Zufuhröffnung

# Patentansprüche

1. Trennvorrichtung zum Abscheiden von Feststoffpartikeln aus einem diese Partikeln mitführenden Gasstrom eines ZWS-Reaktors (1), wobei Mittel vorgesehen sind, die den Gasstrom so beeinflussen, daß Zentrifugal- und Schwerkkräfte auf die Feststoffpartikeln einwirken, die größer als die Mitnahmekräfte des Gasstroms sind und somit eine Ablösung von Partikeln einer bestimmten Mindestgröße aus dem Gasstrom ermöglichen, dadurch gekennzeichnet, daß der aus dem ZWS-Reaktor (1) austretende Gasstrom einen Strömungskanal (4) erreicht, der ihn um eine horizontal liegende Zyklonachse (16) herum auf einem kreisartigen Bogen (17) von oben nach unten leitet, und der Gasstrom von hier zu einem zur Weiterleitung geeigneten Übernahmekanal (7) gelangt und daß der Strömungskanal (4) in vertikaler Richtung sich nach unten entsprechend erweiternd in eine Trennkammer (15) übergeht, in der die abgeschiedenen Feststoffpartikeln herabsinken. 10
2. Trennvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Strömungskanal (4) bis zum Eintritt (8) in die Trennkammer (15) stetig verjüngt, um eine kontinuierliche Beschleunigung des Gasstromes zu erreichen und dahinter als Diffusor wirkt. 15
3. Trennvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkung des Gasstromes im Diffusor so erfolgt, daß keine Rückvermischung mit bereits abgetrennten Feststoffpartikeln entsteht. 20
4. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zirkulation des Gasstroms um die horizontal liegende Zyklonachse (16) herum bis zum Eintritt in den Übernahmekanal (7) einen Bogen beschreibt, der einer Drehung von weniger als 360 Grad entspricht. 25
5. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des kreisartigen Bogens (17) koaxial zur Zyklonachse (16) der Übernahmekanal (7) liegt. 30
6. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufnahme des von den abgetrennten Feststoffpartikeln gereinigten Gasstroms im Übernahmekanal (7) eine Aufnahmeöffnung (14) vorgesehen ist, die sich parallel zur Zyklonachse (16) erstreckt und nach unten der Trennkammer (15) zugewandt ist. 35
7. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Übernahmekanal (7) eine Aufnahmeöffnung (18) vorgesehen ist, die sich vertikal oder im Winkel zur Zyklonachse erstreckt. 40
8. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ZWS-Reaktor und die Trennkammer (15) in einer Reaktorbaueinheit vereinigt sind und zwischen beiden eine Trennwand (13a) liegt, an deren oberen 45

Ende sich auf der Seite der Trennkammer (15) der Übernahmekanal (7) schließt.

9. Trennvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Übernahmekanal (7) zusammen mit einer Außenwand (5) der Reaktorbaueinheit den Strömungskanal (4) bildet.

10. Trennvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Strömungskanal (4) an seiner engsten Stelle vor dem Eintritt in die Trennkammer (15) der Gasstrom seine höchste Geschwindigkeit erreicht und diese zwischen 10 und 60 m/s beträgt.

11. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Übernahmekanal (7) die Trennkammer (15) mit einem Konvektionsteil (11) verbindet, in dem der gereinigte Gasstrom Wärme abgibt.

12. Trennvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Konvektionsteil (11) in die Reaktorbaueinheit integriert ist und eine weitere Trennwand (13b) zwischen der Trennkammer (15) und dem Konvektionsteil (11) liegt.

13. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Trennwand (13a, 13b) in der Reaktorbaueinheit als siedewasserführende Membranwand aufgebaut ist und weitere Wände der Reaktorbaueinheit, vorzugsweise alle Wände, in den Wasser/Dampfkreislauf des Kessels eingebunden sind.

14. Trennvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktorkammer für ein Verfahren mit zirkulierender Wirbelschicht vorgesehen ist und die aus dem Gasstrom ausgeschiedenen Feststoffpartikeln im Bereich des Trennkammerbodens über eine Rückführöffnung (10) wieder in den ZWS-Reaktor (1) gelangen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

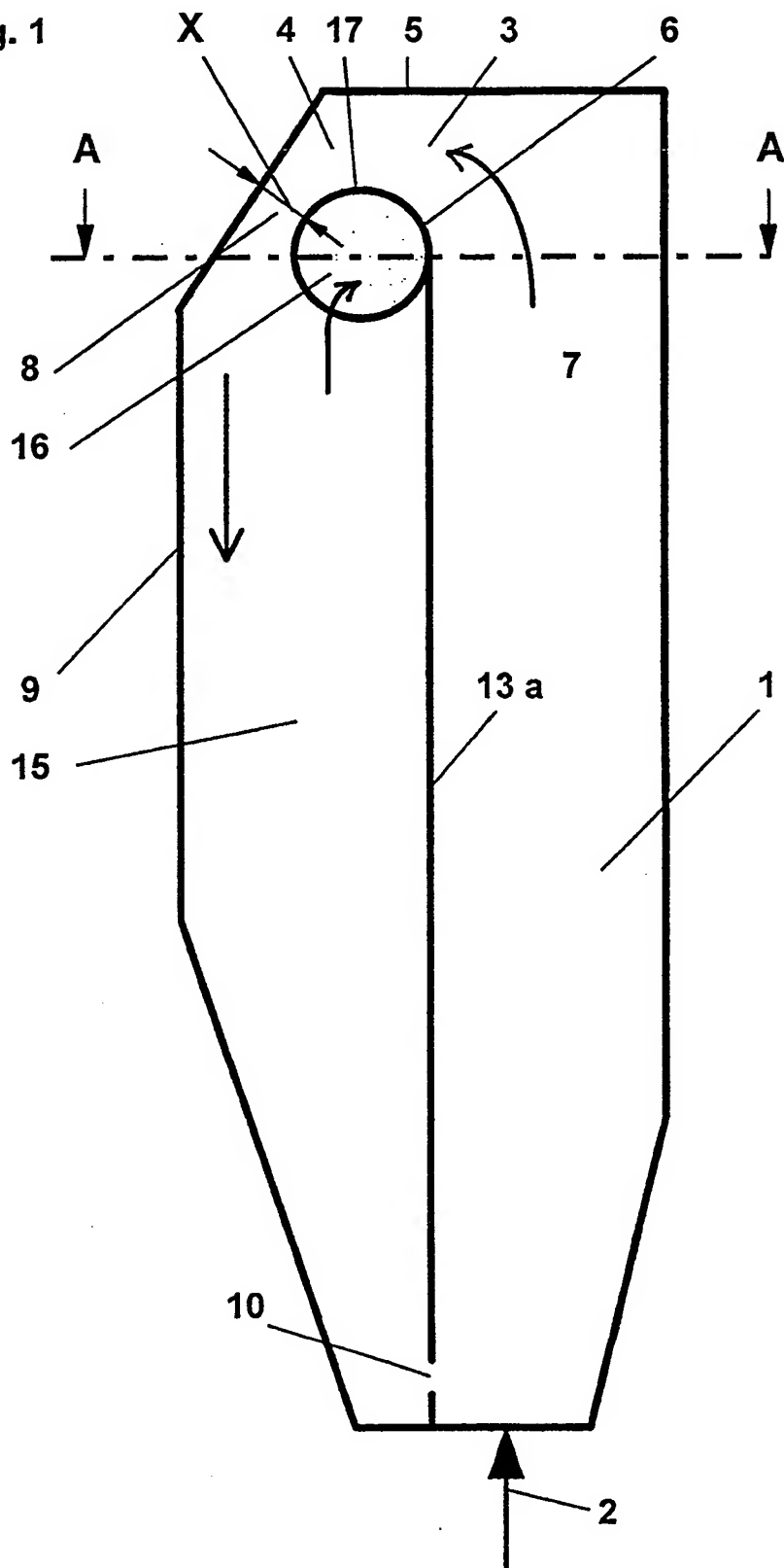


Fig. 2

A-A

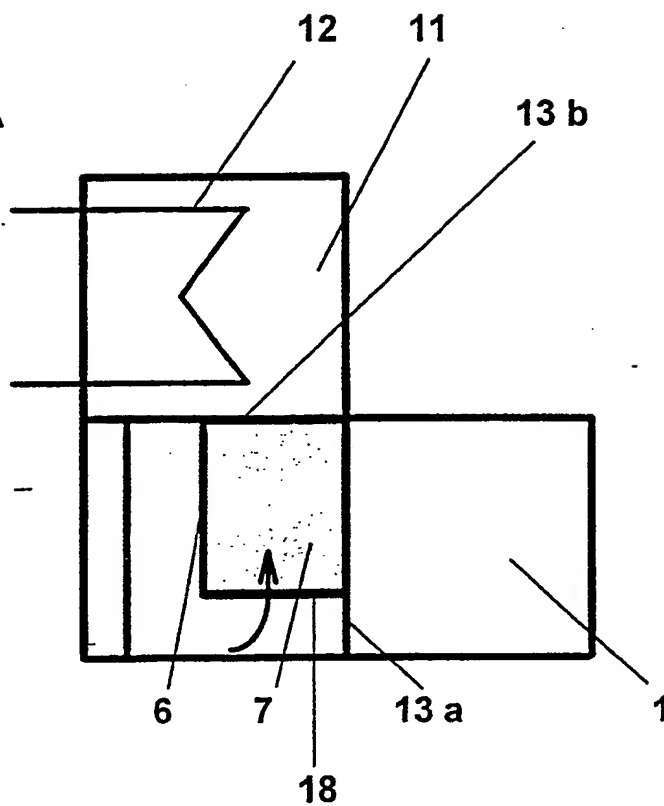


Fig. 3

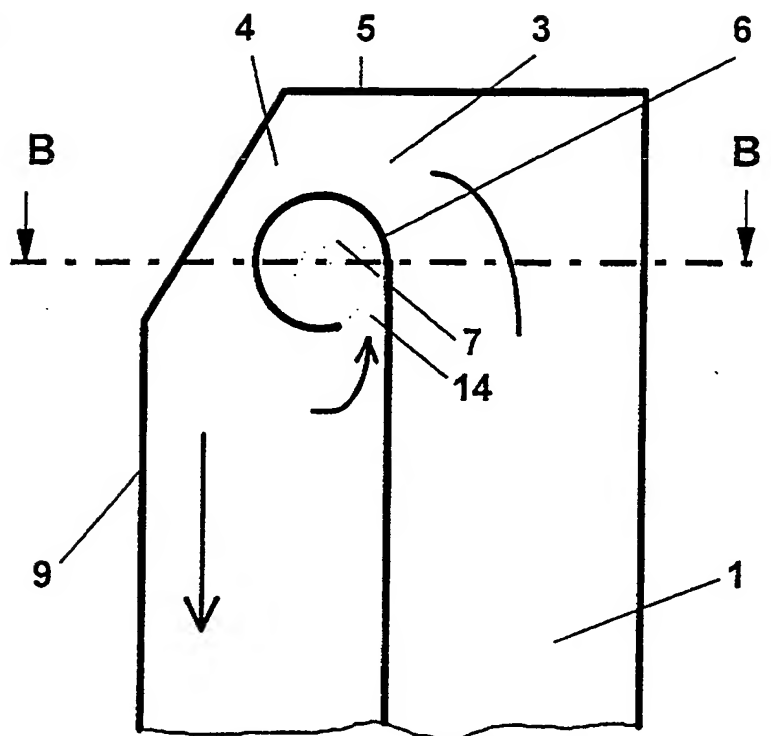


Fig. 4

